

日本道路公団 試験所 正員 中村正人
 同上 正員 藤原 博
 八千代エンジニアリング(株) ○正員 野中太喜

1. はじめに

本報告は前報告^{*1}で示した模型橋、模型車両を利用し、模型車両の走行に伴う、模型橋の応答振動、発生音圧の性状を実験しまとめた結果の1部を報告を示すものである。

2. 実験方法

模型実験は、日本道路公団試験所内の無響音室(床面積約 174 m^2)において実施した。図1に示す様な助走路を製作し、模型車両を任意の高さより自由落下させ、所定の走行速度を得た。

3. 実験結果

実験結果の1例として、模型車両総重量 35 kg、速度 4.0 m/SEC (実車両 22 ton 約 80 km/h) のケースについて、図2～図4に模型橋振動と発生音圧の波形を示す。

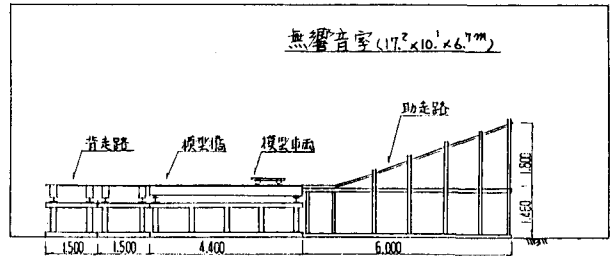


図1 実験方法

3-1 車両バネ上振動と橋梁振動

車両のバネ上のバネ定数(Ku)を変化させることによって、バネ上振動数を変化させ、この応答の差を図2図3に比較して示す。これを見ると車両のバネ定数を小さくすると模型橋の振動が非常に小さくなると共に発生音圧も小さくなっている。また車両のバネ定数が小さい方が高次の振動(22 ~ 32 Hz)が卓越している。

(床版張り出し部)

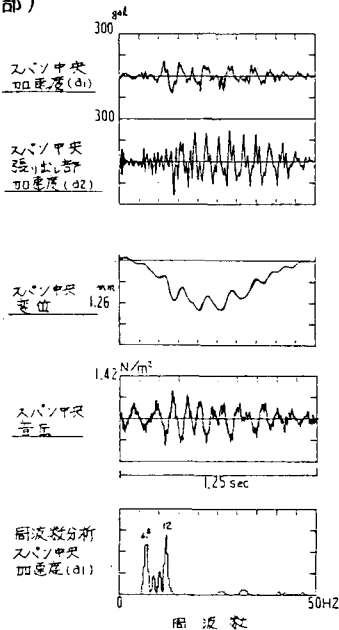


図2

K_u (車両バネ定数) = 178 kg/cm
 路面 A (平坦)
 f_c (車両バネ振動数) = 8 Hz

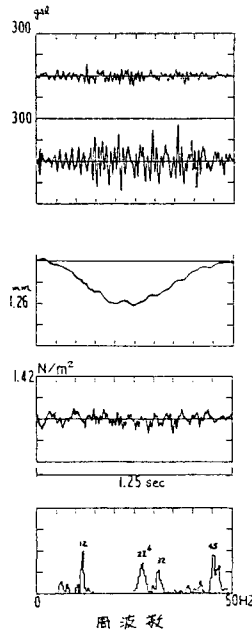


図3

K_u = 74 kg/cm
 路面 A
 f_c = 6 Hz

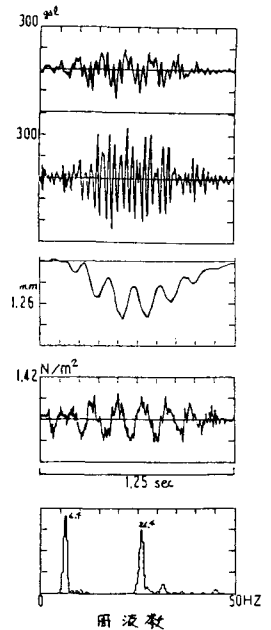


図4

K_u = 74 kg/cm
 路面 B (凹凸)
 f_c = 6 Hz

3-2 路面の凹凸が橋梁振動に与える影響

図3と同条件で、路面を平坦なものより凹凸の大きい路面に変化させて実験したものを図4に示す。図3、4の両者を比較してみると、路面を粗くすると周波数分析結果からも見られる様に6 Hzと26 Hzの床版振動が卓越している。これらの振動は路面の凹凸により車両振動が励起されて発生したためと思われる。

3-3 車両バネ下振動と橋梁振動

模型車の車輪の空気圧を変えてバネ下振動と橋梁振動及び音圧との関係について実験したものを図5に示す。この図より車輪の空気圧を大きく（バネ下振動を高くする）していくと床版振動は高い振動数が多く発生してくる。これらの高い振動数は模型橋の高次振動数と思われる。従って車両のバネ下振動は橋梁の高次振動を励起させる振動源であると共に、図4に見る様に、路面を粗くすると増々この現象が発生するものと思われる。

3-4 橋梁振動と発生音圧

図2～5でのスパン中央の振動加速度(a_1)と音圧の波形を比較すると両者は著しく類似している。この振動加速度レベル($\text{odB}=10 \text{ m}^{-5}/\text{SEC}^2$)と音圧レベル($\text{odB}=10^{-12} \text{ watt}$)大きさを比較して図6に示す。この図を見ると両者の相関が良く、模型橋のスパン中央床版の振動加速度レベルとこの直下の音圧レベルが比例関係にあるものと思われる。拡散曲げ振動板からの音の放射の関係を示す下式において、低周波領域での放射係数レベル($\log k$)が $6\text{dB}/\text{倍周波数}(20\log f)$ となる報告^{*2}と一致するものと思われる。

$$LW = LV - 20 \log f + 10 \log S + 30 + 10 \log k \quad K = Lv + C \quad (C: \text{定数})$$

LW : 放射音のパワーレベル(dB)、 LV : 振動加速度レベル(dB)、 f : 周波数(HZ)、 S : 放射面積(拘束部分などを除いた有効振動面積をとる)(m^2)、 k : 放射係数 ≤ 1 但し、上式は、振動モード、有効振動面積等の解決される問題は残っている。

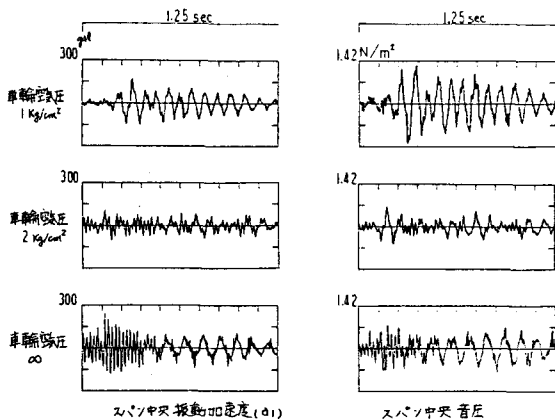


図5 車両バネ下振動による比較

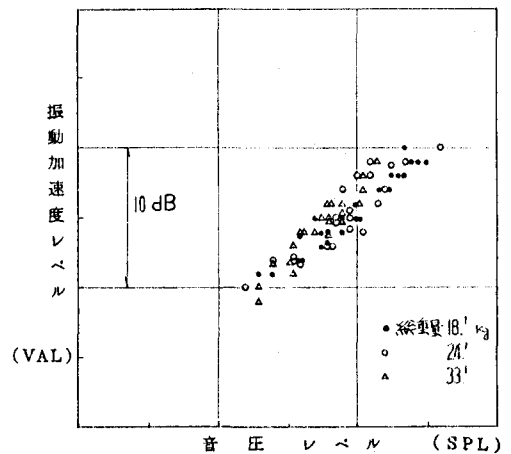


図6 振動加速度と音圧の関係

4. あとがき

本実験では、実車両の走行により発生する橋梁振動の要因と言われている、車両のバネ上、下振動を考慮して模型走行実験を実施したものである。車両振動と橋梁振動及び低周波音の発生のメカニズムを解明する上では有効な実験方法と思われる。本実験は、単一走行車両でかつ継手部の振動性状を考慮したものではないことより、実橋への適応に当っては問題点も多数残っている。

参考文献

*1 単一車両による道路橋の低周波に関する模型実験(その1)(その3)

*2 騒音、振動対策ハンドブック(社)日本音響材料協会編 技報堂